Chapitre 1 : le brassage génétique et sa contribution à la diversité génétique

Le brassage interchromosomique source de diversité génétique

Introduction : transmission génétique au cours d'un croisement chez les drosophiles

Analyse détaillée du croisement (annexe 1)

Les individus issus du croisement possède un phénotype parental pour les caractères étudiés (ici longueur des ailes et couleur du corps) ou au contraire un phénotype recombiné. C'est le cas lors du test cross ou l'on obtient :

- 50% de **phénotypes parentaux** : 25% d'ailes longues, corps gris-jaune + 25% d'ailes vestigiales, corps noir-ébène.

- 50% de **phénotypes recombinés** : 25% d'ailes vestigiales, corps gris-jaune + 25% d'ailes longues, corps noir-ébène.

Il existe donc un brassage des caractères lors de la reproduction sexuée qui explique que les descendants possèdent des caractères différents de ceux des parents.

On montre grâce à l'étude du test-cross que **le brassage génétique est lié à la méiose.**

Dans notre exemple les deux gènes étudiés sont localisés sur des chromosomes différents : On parle de gènes indépendants. **Lors de l'anaphase I (division réductionnelle) de la méiose les chromosomes homologues se séparent**. Chaque homologue migre vers un pôle de la cellule. **Cette disjonction des deux homologues est indépendante d'une paire de chromosome à l'autre** : On parle de disjonction aléatoire des homologues. **Ainsi il existe différentes combinaisons de disjonction des chromosomes** homologues (portant des allèles différents), et donc une **diversité des gamètes produits**. (voir schéma de l'annexe 2)

On parle ici de **brassage interchromosomique** c'est-à-dire brassage lié à la disjonction aléatoire des chromosomes homologues lors de l'anaphase I.

Ici on s'est intéressé pour comprendre le phénomène au cas simple du brassage interchromosomique entre deux chromosomes. Il n'y a donc que 2^2 combinaisons possibles.

Pour 3 paires de chromosomes on aurait 2^3 combinaisons possibles. Pour X paires de chrx : 2^X combinaisons de chromosomes.

Chez l'Homme le brassage interchromosomique des 23 paires de chromosomes permet d'obtenir 2^{23} combinaisons possibles (soit 8 388 608 gamètes différents pour un individu).

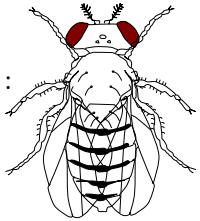
analyse détaillée des croisements de drosophiles

Croisement 1 : Deux parents de lignée pure

HOMOZYGOTE double dominant | **HOMOZYGOTE double récessif**

P 1

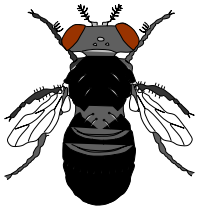
Ailes longues, corps gris-jaune :
[vg+ ; eb+]



♀

vg+ eb+
vg+ eb+

Gamètes : **vg+ eb+**



♂

vg eb
vg eb

Gamètes : **vg eb**

P 2

Ailes vestigiales, corps noir-ébène,
[vg ; eb]

Gamète ♀ / Gamète ♂	**vg+ eb+**
vg eb	100% de **vg+ eb+** / **vg eb**

Echiquier de croisement pour le croisement 1

Mode d'emploi de l'échiquier de croisement :

1) Indiquer les différents types de gamètes que peuvent former chacun des 2 parents.

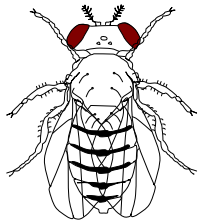
2) Indiquer les différentes cellules œuf qui peuvent être formées.

3) Déterminer pour chaque cellule œuf le phénotype

X

HETEROZYGOTE

F1



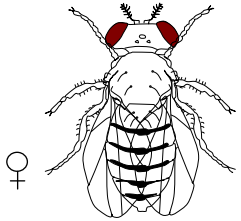
455 individus ailes longues, corps gris-jaune:
Soit 100% de [vg+ ; eb+]

$\frac{vg+}{vg}$ $\frac{eb+}{eb}$

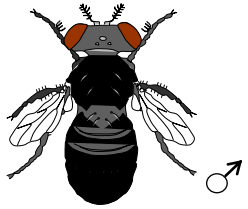
Croisement 2 : Test-cross

F1

Femelle de F1 Ailes longues, corps gris-jaune : [vg+ ; eb+]



$\frac{vg+}{vg}$ $\frac{eb+}{eb}$



Mâle de lignée pure ailes vestigiales, corps noir-ébène : [vg ; eb]

P 2

$\frac{vg}{vg}$ $\frac{eb}{eb}$

Gamètes : **vg+** **eb+**

vg+ **eb**

vg **eb+**

~~**vg**~~ ~~**eb**~~

Gamètes : **vg** **eb**

Echiquier de croisement pour le test-cross

Gamète ♀ / Gamète ♂	**vg+** **eb+**	**vg+** **eb**	**vg** **eb+**	**vg** **eb**
vg **eb**	$\frac{vg+}{vg}$ $\frac{eb+}{eb}$	$\frac{vg+}{vg}$ $\frac{eb}{eb}$	$\frac{vg}{vg}$ $\frac{eb+}{eb+}$	$\frac{vg}{vg}$ $\frac{eb}{eb}$

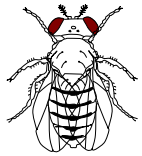
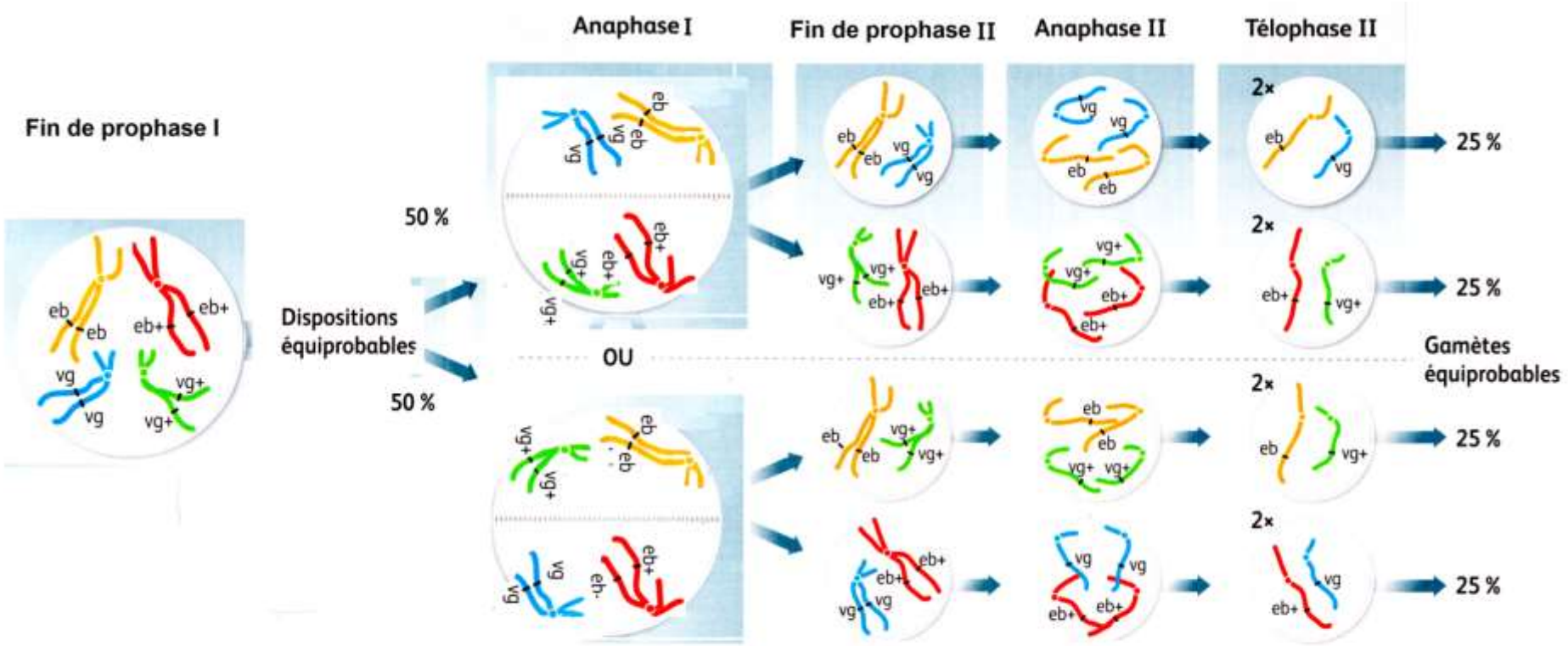
	25%	25%	25%	25%
F2				
	260 (♀et ♂) Ailes longues, corps gris-jaune: [vg+ ; eb+]	263 (♀et ♂) Ailes longues, corps noir-ébène : [vg+ ; eb+]	258 (♀et ♂) Ailes vestigiales, corps gris-jaune: [vg ;eb+]	257 (♀et ♂) Ailes vestigiales, corps noir-ébène : [vg ;eb+]
	$\frac{vg+}{vg}$ $\frac{eb+}{eb}$	$\frac{vg+}{vg}$ $\frac{eb}{eb}$	$\frac{vg}{vg}$ $\frac{eb+}{eb+}$	$\frac{vg}{vg}$ $\frac{eb}{eb}$

schéma du déroulement de la méiose pour l'individu F1

Schéma montrant le phénomène de brassage interchromosomique, pour un cas simple de deux gènes indépendants : vg et eb.



b Interprétation chromosomique de la ségrégation indépendante des chromosomes.
Seuls les chromosomes 2 et 3 sont représentés.

Partie B Le brassage intrachromosomique source de diversité génétique :

Transmission de deux caractères au cours de croisement chez la drosophile : Les caractères « couleur du corps » et « couleur des yeux »

Proposition de correction :

Sachant que « eb » et « st » sont portés par le même chromosome, indiquer les phénotypes attendus dans la descendance du test-cross et dans quelles proportions. (***Uniquement à partir de vos connaissances***)

Le test cross consiste à croiser un double hétérozygote avec un double récessif. Or on sait que les gènes eb et st sont sur le même chromosome (chrx 3). On peut donc s'attendre aux pourcentages suivants dans la descendance :

Femelle de F1 Yeux rouge brique, corps gris-jaune : [st+ eb+] ♀ $\frac{st+\ eb+}{st\ \ eb}$

Mâle de lignée pure ailes yeux orange, corps noir-ébène : [st eb] ♂ $\frac{st\ eb}{st\ \ eb}$

Gamètes : **st+ eb+** / **st eb**

Gamètes : **st eb**

Gamète ♀ / Gamète ♂	**st+ eb+**	**st eb**
st eb	50 % de **st+ eb+** / **st eb**	50 % de **st eb** / **st eb**

On attend donc une descendance composée de 50% de drosophiles à yeux rouge brique et corps jaune et gris, et 50% de drosophile à corps noir ébène et yeux orange. Soit 100 % de phénotypes parentaux

Après avoir rappelé les pourcentages des phénotypes dans la descendance lors d'un test cross pour deux gènes indépendants, expliquer comment un comptage permet de déterminer si « eb » et « st », sont deux gènes liés ou indépendants.

Pour deux gènes indépendants, on obtient 25% de chaque phénotype parental (soit 50% au total), et 25 de chaque phénotype recombiné (soit 50% au total). Pour deux gènes liés, on s'attend à 100% de parentaux. Ainsi en comptant les phénotypes de la descendance du test cross on vérifiera si st et eb sont bien liés (forts pourcentages de phénotypes parentaux, voir uniquement des phénotypes parentaux…).

Pour les drosophiles issues de la descendance du test-cross, identifier les différents phénotypes et dénombrer chacun d'entre eux afin d'obtenir des pourcentages de fréquence dans la descendance.

4 phénotypes différents sont identifiés !!! Les résultats du comptage ne correspondent pas aux résultats attendus.

-Drosophiles à corps jaune et yeux rouges (phénotype parental) : 39%

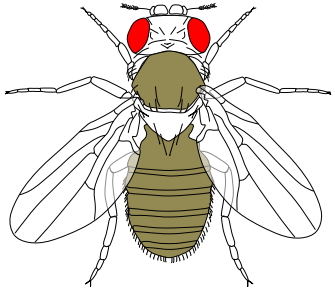
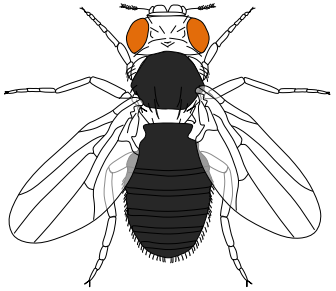
-Drosophiles à corps noir-ébène et yeux orange (phénotype parental) : 39%

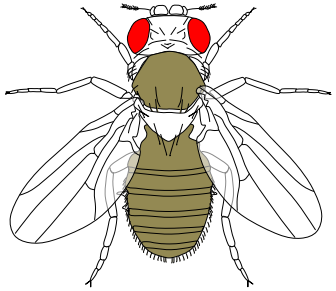
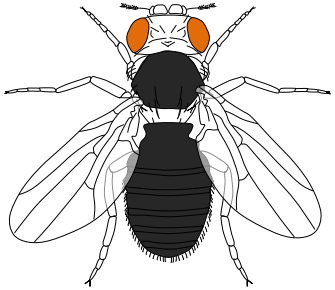
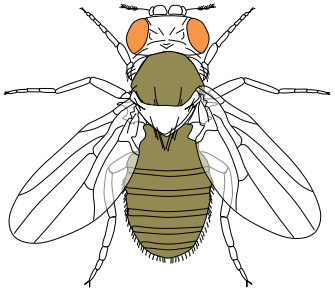
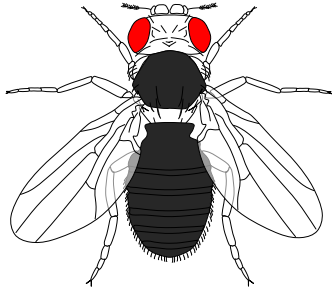
-Drosophiles à corps noir-ébène et yeux rouges (phénotype recombiné) : 11%

-Drosophiles corps jaune à et yeux oranges (phénotype recombiné) : 11%

Présenter les phénotypes parentaux sur le support 1 (fiche support).

Présenter, les phénotypes de la descendance, et les résultats des comptages obtenus et les pourcentages calculés sur le support 1 (fiche support).

Phénotype parental maternel	**Phénotype parental paternel**
	
<u>corps :</u> Jaune et gris *<u>Yeux :</u> rouge brique*	*<u>corps :</u> Noir-ébène* *<u>Yeux :</u> orange*

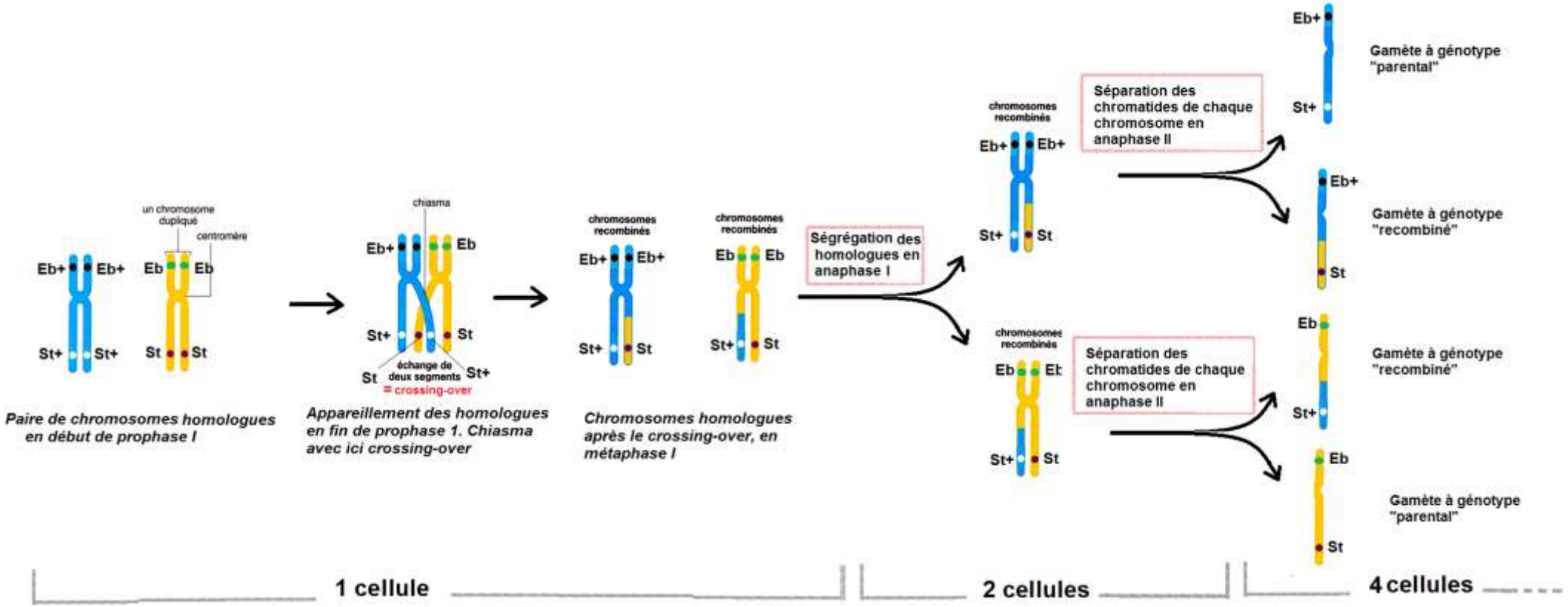
Phénotype de la descendance type 1	**Phénotype de la descendance type 2**	**Phénotype de la descendance type 3**	**Phénotype de la descendance type 4**
 *<u>corps :</u> Jaune et gris* *<u>Yeux :</u> rouge brique*	 *<u>corps :</u> Noir-ébène* *<u>Yeux :</u> orange*	 *<u>corps :</u> Jaune et gris* *<u>Yeux :</u> orange*	 *<u>corps :</u> Noir-ébène* *<u>Yeux :</u> rouge brique*
<u>Nombre de représentants dans la descendance (sur total):</u> <u>% dans la descendance:</u> 39	<u>Nombre de représentants dans la descendance (sur total):</u> <u>% dans la descendance:</u> 39	<u>Nombre de représentants dans la descendance (sur total):</u> <u>% dans la descendance:</u> 11	<u>Nombre de représentants dans la descendance (sur total):</u> <u>% dans la descendance:</u> 11

En vous aidant des données du support 2, expliquer la diversité des phénotypes dans la descendance ainsi que les pourcentages constatés.
Vous illustrerez votre argumentation par un schéma expliquant la méiose pour le chromosome 2, chez la femelle impliquée dans le croisement (femelle hétérozygote pour la longueur des ailes et la couleur des yeux).

On obtient dans la descendance des phénotypes recombinés alors que l'on s'attendait à obtenir 100% de phénotype parentaux. Ceci s'explique par l'existence d'échange de chromatide entre les deux chromosomes homologues lors de la prophase 1. En effet, en fin de prophase de première division méiotique, les chromosomes homologues s'accolent dans le même sens et se croisent pour former des chiasmas. Au niveau de certains chiasmas, une partie de la chromatide d'un chromosome est échangée avec la chromatide homologue de l'autre chromosome. On parle de crossing-over.

L'existence de crossing-over induit la formation de combinaisons alléliques présentes dans certains gamètes et non présentes chez le parent, et ce pour le chromosome d'une paire donnée. On parle de brassage intrachromosomique. Le brassage intrachromosomique induit la formation de génotype recombiné pour des gènes liés (situés sur un même chromosome). Ce brassage est d'autant plus rare que les gènes sont proches. Sur l'ensemble des gamètes formés, la plupart ne subissent pas de crossing –over pour les gènes considérés ce qui justifie le pourcentage plus important de phénotypes parentaux.

Illustration du brassage intrachromosomique pour les gènes liés st, et eb :


un chromosome dupliqué
centromère
Eb+ Eb+
St+ St+
Eb Eb
St St
Paire de chromosomes homologues en début de prophase I
chiasma
échange de deux segments
= crossing-over
Appareillement des homologues en fin de prophase 1. Chiasma avec ici crossing-over
chromosomes recombinés
Chromosomes homologues après le crossing-over, en métaphase I
Ségrégation des homologues en anaphase I
Séparation des chromatides de chaque chromosome en anaphase II
Gamète à génotype "parental"
Gamète à génotype "recombiné"
Gamète à génotype "recombiné"
Gamète à génotype "parental"
1 cellule
2 cellules
4 cellules